

23217

# HEMMERICH · VALENTIN · GIHSKE · GROSSE

PATENTANWÄLTE  
SIEGEN · DÜSSELDORF

Hemmerich & Kollegen, Patentanwälte  
Hammerstraße 2 · 57072 Siegen

Europäisches Patentamt  
Erhardtstraße 27  
  
80298 München

PATENTANWÄLTE  
HEMMERICH, F.W. (bis 1995)  
VALENTIN, E., DIPL.-ING. · Siegen  
GIHSKE, W., DIPL.-ING. · Düsseldorf  
GROSSE, D., DIPL.-ING. · Siegen  
In Kooperation mit:  
MEISSNER & MEISSNER  
MEISSNER, W., DIPL.-ING. (1980)  
MEISSNER, P.E., DIPL.-ING.  
PRESTING, H.-J., DIPL.-ING.  
HENZE, L., DIPL.-ING.  
Berlin

Ihr Zeichen	Ihre Nachricht vom	Unser Zeichen	Siegen
		41 217 PCT/ fl.sev	18.09.2003

**Neue Patentanmeldung PCT/EP/03/09710 vom 02.09.2003**

**Titel: "Vorrichtung zum Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahlwerkstoffen, zu Langprodukten in einer Mehrstrang-Gießanlage"**

**Anmelder: SMS Demag AG, Düsseldorf**

**Prioritätsbescheinigung: 102 44 596.6 vom 21.09.2002**

Anbei werden die vorschriftsmäßigen Zeichnungen und die Prioritätsbescheinigung zur oben genannten neuen PCT-Anmeldung übersandt.

Patentanwälte

(Valentin)

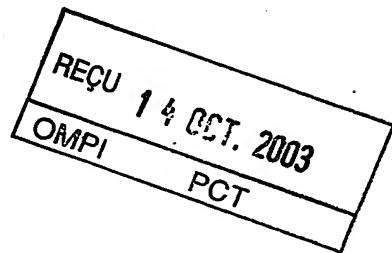
Anlage:

- Zeichnungen
- Prioritätsbescheinigung

Patentanwälte Hemmerich & Kollegen

57072 Siegen · Hammerstraße 2  
Telefon (0271) 337140  
Telefax (0271) 3371499  
E-mail: Si-Pat@t-online.de

40237 Düsseldorf · Eduard-Schloemann-Straße 55  
Telefon (0211) 679 8977  
Telefax (0211) 679 8933  
E-mail: Due-Pat@t-online.de

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 44 596.6

**Anmeldetag:** 21. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** SMS Demag AG, Düsseldorf/DE

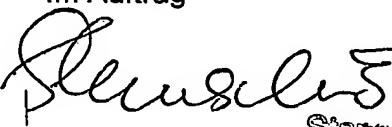
**Bezeichnung:** Vorrichtung zum Stranggießen von Metallen,  
insbesondere von Stahlwerkstoffen, zu Lang-  
produkten in der Mehrstrang-Gießanlage

**IPC:** B 22 D 11/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 9. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

  
Stanachruck

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

20.09.2002

:FL

40319

SMS Demag Aktiengesellschaft  
Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

**Vorrichtung zum Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahlwerkstoffen, zu Langprodukten in einer Mehrstrang-Gießanlage**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahlwerkstoffen, zu Langprodukten in einer Mehrstrang-Gießanlage, mit mehreren Stranggießkokillen, die jeweils getrennt in einem in Gießrichtung oszillierend antreibbaren Schwingrahmen gelagert sind, der mittels beidseitig zur Gießader angeordneten Blattfeder-Paaren, die sich quer zur Gießrichtung erstrecken, zur Führung und Gewichtskompensation auf einem Fundamentrahmen gelagert ist.

Aus der EP 0 468 607 B2 ist eine flüssigkeitsgekühlte Kokille zum Stranggießen von Metallen bekannt, mit der Knüppel-, Bloom- und Rundstränge mittels einer Rohrkokille gegossen werden. Dazu wird die Masse der Kokille für die einzelnen Strangformate in Betracht gezogen und festgestellt, dass für Brammenformate das Gewicht der Kokille bei ca. 30 t liege und das Gewicht einer Kokille für Rund- und Rechteckstränge bei 1,3 bis 2,5 t. Der Vorschlag beschäftigt sich dann mit der Reduzierung der Kokillen-Gewichte, um höhere Schwingungszahlen bei geringstmöglichen Kraftbedarf zu erreichen.

Demgegenüber bezieht sich die vorliegende Erfindung auf sog. Mehrstrang-Gießanlagen, bei der mehrere Gießstränge nebeneinander gleichzeitig erzeugt werden. Bei solchen Mehrstrang-Gießanlagen ist man bestrebt, einen möglichst kleinen Strangabstand von Gießader zu Gießader, d.h. von Kokillenmitte zu Kokillenmitte zu erzielen. Bei neu zu bauenden Stranggießanlagen werden dadurch die Kosten reduziert und bei Umbauten bestehender Anlagen können nachträglich noch Änderungen

durchgeführt werden. So kann bspw. nachträglich noch eine Rührspule, die den flüssigen Kern des Gießstrangs beeinflusst, eingebaut werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auch bei sog. Resonanzkokillen, die eingangs bezeichnet sind und deren wesentliches Merkmal Blattfeder-Pakete sind, konstruktiv geringstmögliche Strangabstände zwischen den Gießadern zu erzielen.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei der eingangs bezeichneten Vorrichtung auf einem länglichen Fundamentrahmen in Stranglauf-richtung zwei hintereinander angeordnete, in Form von kompakten Flachkästen ausgebildete Gehäuse befestigt sind, in denen obere und untere Blattfeder-Paare quer zur Gießader verlaufen und dass an den Blattfeder-Paaren Oszillationsantriebe angreifen, wobei ein vorderer Oszillationsantrieb zum hinteren Oszillationsantrieb synchronisiert arbeitet. Der Vorteil ist bei einer solchen Quer-Anordnung durch Kreuzen des Gießstrangs gegenüber der bisherigen Längs-Anordnung eine erhebliche Platz- und Raumersparnis, so dass der Abstand von Strangader zu Strangader so klein wie möglich gehalten werden kann. Die Hintereinander-Anordnung der Flachkästen mit den Oszillationsantrieben in Gießrichtung bei einem kreuzenden Querverlauf der Blattfedern, quer zur Strangachse bzw. Strangader, ermöglicht dabei, einen ausreichend großen Raum für die einzubauende Stranggießkokille zwischen den beiden Flachkästen zu schaffen. Gleichzeitig wird auch genügend Freiraum für den Einbau des sog. Null-Stützrollen-Segmentes gewonnen. Nahezu der gesamte Strangabstand „A“ kann ausgenutzt werden.

Nach weiteren Merkmalen wird vorgeschlagen, dass der vordere Oszillationsantrieb zu dem hinteren Oszillationsantrieb für einen Bogenverlauf des Gießstrangs mit unterschiedlichen Hüben eingestellt ist. Der hintere Oszillationsantrieb ist dabei auf einen höheren Hub gegenüber dem vorderen Oszillationsantrieb einzustellen.

Ein anderer Vorteil besteht darin, dass die Oszillationsantriebe aus hydraulischen Antriebseinheiten bestehen. Die Oszillationsantriebe können in geschützten Räumen unterhalb des Fundamentrahmens angeordnet werden.

Weitere Merkmale sind, dass der Flachkasten aus zwei in Stranglaufrichtung hintereinanderliegenden Rechteckrahmen für jeweils zwei Blattfeder-Paare mit in der Höhe beabstandeten Blattfedern besteht und dass zwischen den Rechteckrahmen ein Kokillenauflage-Rahmen schwingbar angeordnet ist. Dadurch bilden die beiden Rechteckrahmen für den Kokillenauflage-Rahmen gleichzeitig eine Führung.

Der besondere Schutz für die Antriebe wird dadurch erzielt, dass die Oszillations-Antriebseinheiten jeweils in der Mitten-Ebene der Strangader unterhalb den beiden Rechteckrahmen und zwischen Längsholmen des Fundamentrahmens angeordnet sind. Neben der geschützten Lage sind dadurch die Befestigungsstellen vorteilhaft.

Andere Merkmale ergeben sich dadurch, dass im Fundamentrahmen zwischen den Längsholmen Einhänge-Elemente für die Aufhängung eines Stützrollen-Segmentes gelagert sind. Dadurch wird der Einbau vor der Montage der Stranggießkokille begünstigt.

In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Einhänge-Elemente aus an einem auf den Längsholmen drehgelagerten, zweiarmigen Hebeln mit an einem Hebelende ausgebildeter Einhänge-Mulde und am anderen Hebelende angeschlossenen Justiermitteln bestehen.

Die Gestaltung der Vorrichtung ist ferner dadurch weiterentwickelt, dass eine Wasserspannplatte zur Versorgung der Stranggießkokille mit Kühlmedium auf dem hinteren Flachkasten angeordnet ist und dass die Kühlmedium-Zuführung und die Kühlmedium-Abführung nach hinten vom Gießstrang weg verlaufen.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, die nachfolgend näher erläutert werden.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Darstellung der Vorrichtung in Gesamtansicht,
- Fig. 2 die perspektivische Darstellung gemäß Fig. 1 ohne Schutzbdeckungen,
- Fig. 3 eine Seitenansicht in der Ebene, ohne den ersten Gießstrang,
- Fig. 4 eine Draufsicht auf die Vorrichtung,
- Fig. 5 eine Vorderansicht gegen die Vorrichtung bei abgenommener Schutzbdeckung und
- Fig. 6 eine Ansicht von unten gegen die Vorrichtung.

In einer Mehrstrang-Gießanlage (Fig. 1) mit mehreren in Gießrichtung 1 parallel verlaufenden Gießsträngen 3 für die Gießadern durch jeweils eine Stranggießkokille (nicht gezeichnet) und Stützrollengerüste in Segmentform (nicht gezeichnet) gebildet sind, sind für Langprodukte, wie z.B. Knüppel, Bloom (Vorblock-), Rund- oder Profil-Querschnitte, die Stranggießkokillen einzeln nebeneinander angeordnet. Jede der Stranggießkokillen ist getrennt in einem in Gießrichtung 1 oszillierend antreibbaren Schwingrahmen 2 gelagert. Ein Schwingrahmen 2 ist mittels Blattfedern 4 (Fig. 2) mit der Stranggießkokille oder dem Kokillentisch verbunden. Die Schwingbewegungen erfolgen in Gießrichtung 1 als sinusförmige Bewegung. In den meisten Fällen wird dabei eine größere Geschwindigkeit während der Abwärtsbewegung der Stranggießkokille als die Geschwindigkeit des Gießstrangs 3 ist, eingehalten. Die Oszillationsfrequenz und die Schwingungshöhe sind aufeinander abgestimmt. Die Blattfeder-Paare 4a und 4b erstrecken sich quer zur Gießrichtung 1, den Gießstrang 3 kreuzend, und dienen zur Führung und zur Gewichtskompensation auf einem Fundamentrahmen 5.

Um mehrere der Gießadern oder Gießstränge 3 nebeneinander so eng wie möglich unterbringen zu können, d.h. um klein zu haltende Abstände „A“ zu erreichen (Fig. 1), ist jeder Fundamentrahmen 5 in Stranglaufrichtung 1 als längliches Rechteck ausgeführt. Der Fundamentrahmen 5 ist jeweils aus Längsholmen 5a und 5b gebildet.

Am hinteren Ende und am vorderen Ende des Fundamentrahmens 5 befindet sich jeweils ein kompakter Flachkasten 6, der in seiner Längerstreckung quer zur Gießader 3 verläuft und den Zwischenraum der beiden Längsholme 5a und 5b überbrückt. Jeder Flachkasten 6 besteht aus einem geschlossenen Gehäuse 6a, wobei ein hinterer Flachkasten 6b und ein vorderer Flachkasten 6c mit dem erforderlichen Abstand zum Einbau einer Stranggießkokille gebildet ist.

Jeder Flachkasten 6 bildet das Gehäuse 6a zusammen mit beidseitigen Schutzabdeckungen 7. Im Innern des Gehäuses 6a sind am Grundrahmen 8, von denen jeweils zwei parallel und beabstandet sind, die noch näher zu beschreibenden Blattfedern 4, als obere und untere Blattfeder-Paare 4a und 4b quer zur Stranglaufrichtung 1, Gelenke bildend, befestigt. Zwischen den Grundrahmen 8 ist eine Wasserspannplatte 9 zur Kühlung der Stranggießkokille mit von unten gestalteter Kühlmedium-Zuführung 10 vorgesehen.

Die Ausbildung jedes Flachkastens 6 ist bei geöffneten Gehäusen 6a, d.h. bei entfernter Schutzabdeckung 7 in Fig. 2 dargestellt. Jedem Flachkasten 6, d.h. immer zwei Paaren von oberen Blattfederpaaren 4a und unteren Blattfederpaaren 4b ist ein Oszillationsantrieb 11 zugeordnet, der über eine Verbindungsbrücke 12 befestigt ist. Der sich daraus ergebende vordere Oszillationsantrieb 11a und der hintere Oszillationsantrieb 11b sind synchronisiert und bewirken dadurch bei ungleichen Hüben aber gleicher Frequenz einen Bogenverlauf 13. Die Oszillations-Antriebe 11a und 11b sind z.B. als hydraulische Oszillations-Antriebseinheiten 14 ausgeführt und daher über Hydraulikleitungen 15 gespeist.

Wie weiterhin aus Fig. 2 ersichtlich ist, wird ein Flachkasten 6 aus zwei in Stranglauf-richtung 1 (Fig. 1) hintereinander liegende, parallel verlaufende Rechteck-Rahmen 16 für jeweils ein Blattfeder-Paar 4a, 4b mit in der Höhe beabstandete Blattfedern 4 gebildet und zwischen den Rechteck-Rahmen 16 ist jeweils ein Kokillen-Auflagerrahmen 17 schwingbar angeordnet. Jeder der Kokillen-Auflagerrahmen 17 trägt zwei in den Enden angeordnete Kokillen-Stützflächen 18.

Die Oszillations-Antriebseinheiten 14 befinden sich in der Mitten-Ebene 19 (Fig. 1) der Strangadern 3 unterhalb den beiden Rechteck-Rahmen 16 und zwischen den Längsholmen 5a, 5b des Fundamentrahmens 5.

Gemäß den Fig. 1 und 2 sind im Fundamentrahmen 5 zwischen den Längsholmen 5a, 5b Einhänge-Elemente 20 für die Aufhängung eines ( weiter nicht gezeigten ) Stützrollen-Segmentes gelagert, das die Gießadern 3 im Verlauf hinter der Stranggießkokille umschließt. Die Einhänge-Elemente 20 bestehen aus einem auf den Längsholmen 5a, 5b drehgelagerten, zweiarmigen Hebeln 21 mit einer an einem Hebelende 21a (Fig. 3) ausgebildeten Einhänge-Mulde 22 und an dem anderen Hebelende 21b angeschlossenen Justiermitteln 23, um die genaue Lage des eingehängten Stützrollen-Segmentes festzulegen.

Gemäß Fig. 3 in Verbindung mit Fig. 4, weist der hintere Flachkasten 6b die Wasser-spannplatte 9 zur Versorgung der Stranggießkokille mit Kühlmedium auf. Außerdem ist ersichtlich, dass von dieser hinteren Seite der Vorrichtung die Kühlmedium-Zuführung 10 und eine Kühlmedium-Abführung 24 nach hinten vom heißen Gießstrang 3 abgewandt verläuft.

In der Draufsicht der Fig. 4 sind die beidseitig angeordnete Kühlmedium-Zuführung 10 und die Kühlmedium-Abführung 24 sichtbar, ferner die Hydraulikleitungen 15 für

den Oszillationsantrieb 11. Jeder der kompakten Flachkästen 6 enthält zwei Grun-  
drahmen 8. Zwischen diesen liegt jeweils der Schwingrahmen 2. Außerdem sind die  
vier Kokillen-Stützflächen 18 sichtbar. Ebenso sind die Justiermittel 23 für die zwei-  
armigen Hebel 21 mit den Einhängemulden 22 zu sehen.

In der Vorderansicht der Fig. 5 ist bei entfernten Schutzabdeckungen 7 der Blick auf  
einen Grundrahmen 8, der ein oberes Blattfeder-Paar 4a und ein unteres Blattfeder-  
Paar 4b aufnimmt, und auf die Verbindungsbrücke 12 freigegeben. Außerdem ist der  
Blick senkrecht auf den Oszillationsantrieb 11 gerichtet, dessen Hydraulikleitungen  
15 zu sehen sind. Der Rechteckrahmen 16 wird um ein bestimmtes Maß von dem  
Kokillen-Auflagerrahmen 17 mit den Kokillen-Stützflächen 18 überragt. Die Kühlmedi-  
um-Zuführung 10 und die Kühlmedium-Abführung 24 sind auf der hinteren Seite der  
Vorrichtung angeordnet.

In der Ansicht von unten, Fig. 6, sind die hydraulischen Oszillations-Antriebseinheiten  
14 von unten her sichtbar. Außerdem fällt der Blick auf die Hydraulikleitungen 15, die  
sich auf beiden Seiten des Fundamentrahmens 5 mit den Längsholmen 5a und 5b  
befinden. Ebenso sind die Justiermittel 23 (mit den hier nicht sichtbaren Einhänge-  
mulden 22) für ein Stützrollen-Segment von unten sichtbar.

**Bezugszeichenliste**

**40319**

- 1 Gießrichtung , Stranglaufrichtung
- 2 Schwingrahmen
- 3 Gießader, Gießstrang
- 4 Blattfedern
- 4a oberes Blattfeder-Paar
- 4b unteres Blattfeder-Paar
- 5 Fundamentrahmen
- 5a Längsholm
- 5b Längsholm
- 6 kompakter Flachkasten
- 6a Gehäuse
- 6b hinterer Flachkasten
- 6c vorderer Flachkasten
- 7 Schutzbdeckung
- 8 Grundrahmen
- 9 Wasserspannplatte
- 10 Kühlmedium-Zuführung
- 11 Oszillationsantrieb
- 11a vorderer Oszillationsantrieb
- 11b hinterer Oszillationsantrieb
- 12 Verbindungsbrücke
- 13 Bogenverlauf des Gießstrangs
- 14 hydraulische Oszillations-Antriebseinheit
- 15 Hydraulikleitungen
- 16 Rechteckrahmen
- 17 Kokillen-Auflagerahmen
- 18 Kokillen-Stützfläche

**Fortsetzung Bezugszeichenliste**

**40319**

- 19 Mitten-Ebene der Gießader
- 20 Einhänge-Element
- 21 zweiarmiger Hebel
- 21a Hebelende
- 21b Hebelende
- 22 Einhänge-Mulde
- 23 Justiermittel
- 24 Kühlmedium-Abführung

:FL

40319

SMS Demag Aktiengesellschaft  
Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahlwerkstoffen, zu Langprodukten in einer Mehrstrang-Gießanlage, mit mehreren Stranggießkokillen, die jeweils getrennt in einem in Gießrichtung (1) oszillierend antreibbaren Schwingrahmen (2) gelagert sind, der mittels beidseitig zur Gießader (3) angeordneten Blattfeder-Paaren (4), die sich quer zur Gießrichtung (1) erstrecken, zur Führung und Gewichtskompensation auf einem Fundamentrahmen gelagert ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass auf einem länglichen Fundamentrahmen (5) in Stranglaufrichtung (1) zwei hintereinander angeordnete, in Form von kompakten Flachkästen (6) ausgebildete Gehäuse (6a) befestigt sind, in denen obere und untere Blattfeder-Paare (4a; 4b) quer zur Gießader (3) verlaufen und dass an den Blattfeder-Paaren (4a; 4b) Oszillationsantriebe (11) angreifen, wobei ein vorderer Oszillationsantrieb (11a) zum hinteren Oszillationsantrieb (11b) synchronisiert arbeitet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der vordere Oszillationsantrieb (11a) zu dem hinteren Oszillationsantrieb (11b) für einen Bogenverlauf (13) des Gießstrangs (3) mit unterschiedlichen Hüben eingestellt ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Oszillationsantriebe (11a; 11b) aus hydraulischen Antriebseinheiten (14) bestehen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Flachkasten (6) aus zwei in Stranglaufrichtung (1) hintereinanderliegenden Rechteckrahmen (16) für jeweils zwei Blattfeder-Paare (4a; 4b) mit in der Höhe beabstandeten Blattfedern (4) besteht und dass zwischen den Rechteckrahmen (16) ein Kokillenauflage-Rahmen (17) schwingbar angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Oszillations-Antriebseinheiten (14) jeweils in der Mitten-Ebene (19) der Strangader (3) unterhalb den beiden Rechteckrahmen (16) und zwischen Längsholmen (5a; 5b) des Fundamentrahmens (5) angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass im Fundamentrahmen (5) zwischen den Längsholmen (5a; 5b) Einhängelemente (20) für die Aufhängung eines Stützrollen-Segmentes gelagert sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Einhänge-Elemente (20) aus an einem auf den Längsholmen (5a; 5b) drehgelagerten, zweiarmigen Hebeln (21) mit an einem Hebelende (21a) ausgebildeter Einhänge-Mulde (22) und am anderen Hebelende (21b) ange-schlossenen Justiermitteln (23) bestehen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass eine Wasserspannplatte (9) zur Versorgung der Stranggießkokille mit Kühlmedium auf dem hinteren Flachkasten (6b) angeordnet ist und dass die Kühlmedium-Zuführung (10) und die Kühlmedium-Abführung (24) nach hinten vom Gießstrang (3) weg verlaufen.

**Zusammenfassung**

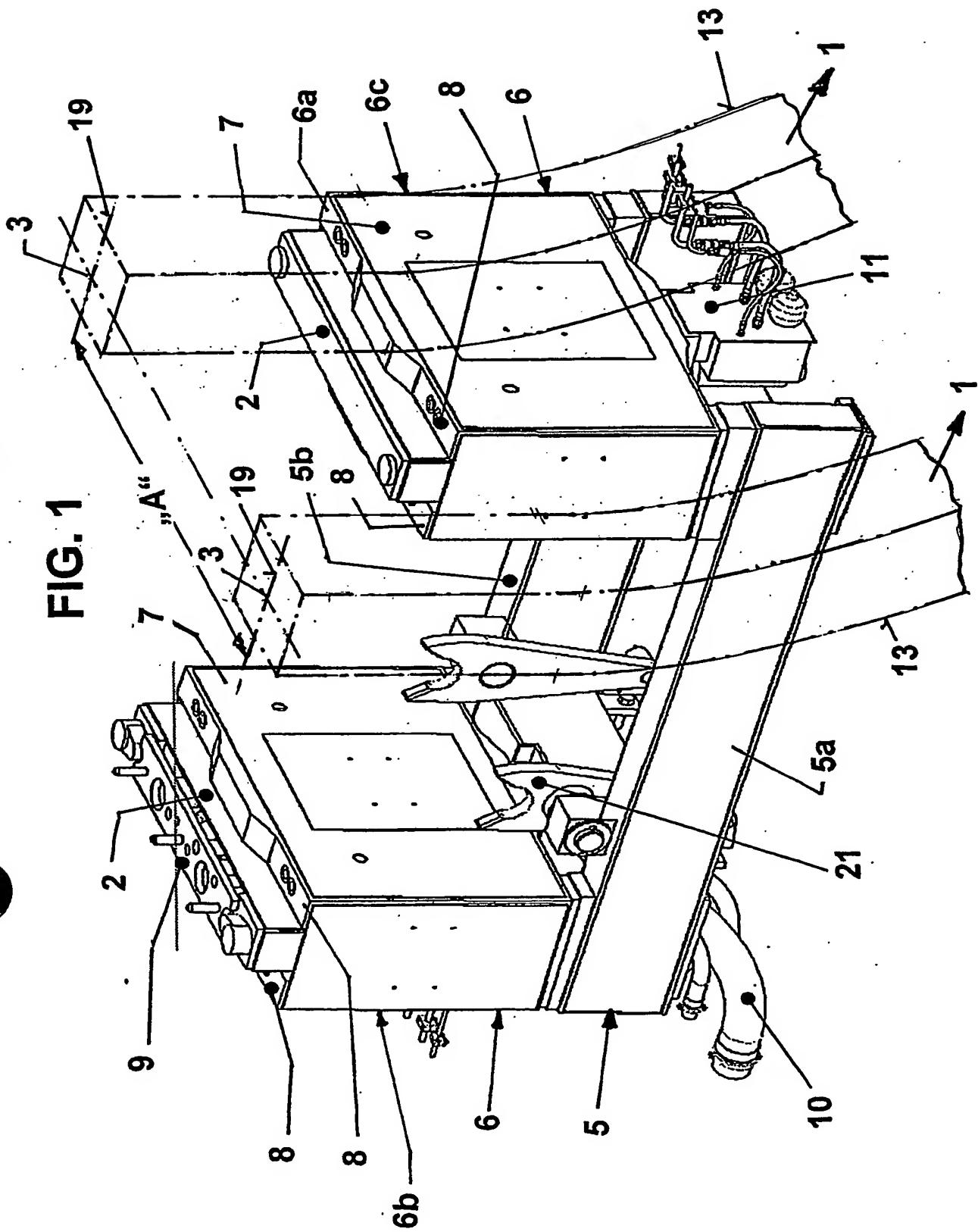
**40319**

Eine Vorrichtung zum Stranggießen von Metallen, insbesondere von Stahlwerkstoffen, zu Langprodukten in einer Mehrstrang-Gießanlage, mit mehreren Stranggießköpfen, die in einem Schwingrahmen (2) mittels Blattfedern (4) oszillierend angetrieben werden, wobei sich die Blattfedern (4) quer zur Gießrichtung (1) erstrecken und zur Führung und Gewichtskompensation dienen, kann auf kleinstmögliche Strangabstände „A“ gebracht werden, indem auf einem länglichen Fundamentrahmen (5) in Stranglaufrichtung (1) zwei hintereinander angeordnete, in Form von kompakten Flachkästen (6) ausgebildete Gehäuse (6a) befestigt sind, in denen obere und untere Blattfeder-Paare (4a, 4b) quer zur Gießader (3) verlaufen und indem an den Blattfeder-Paaren (4a, 4b) die Oszillationsantriebe (11) angreifen, wobei ein vorderer Oszillationsantrieb (11a) zum hinteren Oszillationsantrieb (11b) synchronisiert arbeitet.

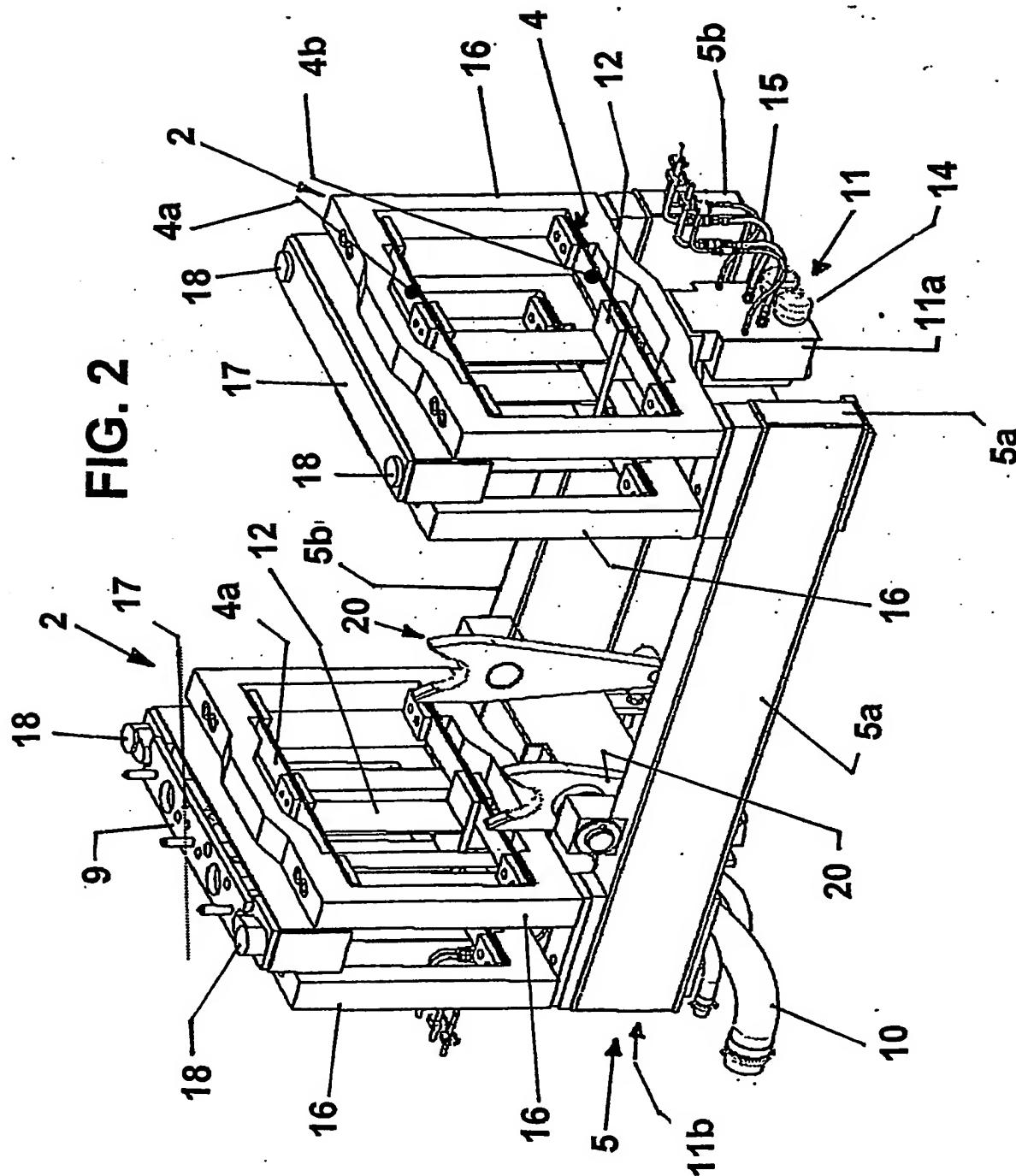
Hierzu: Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 1



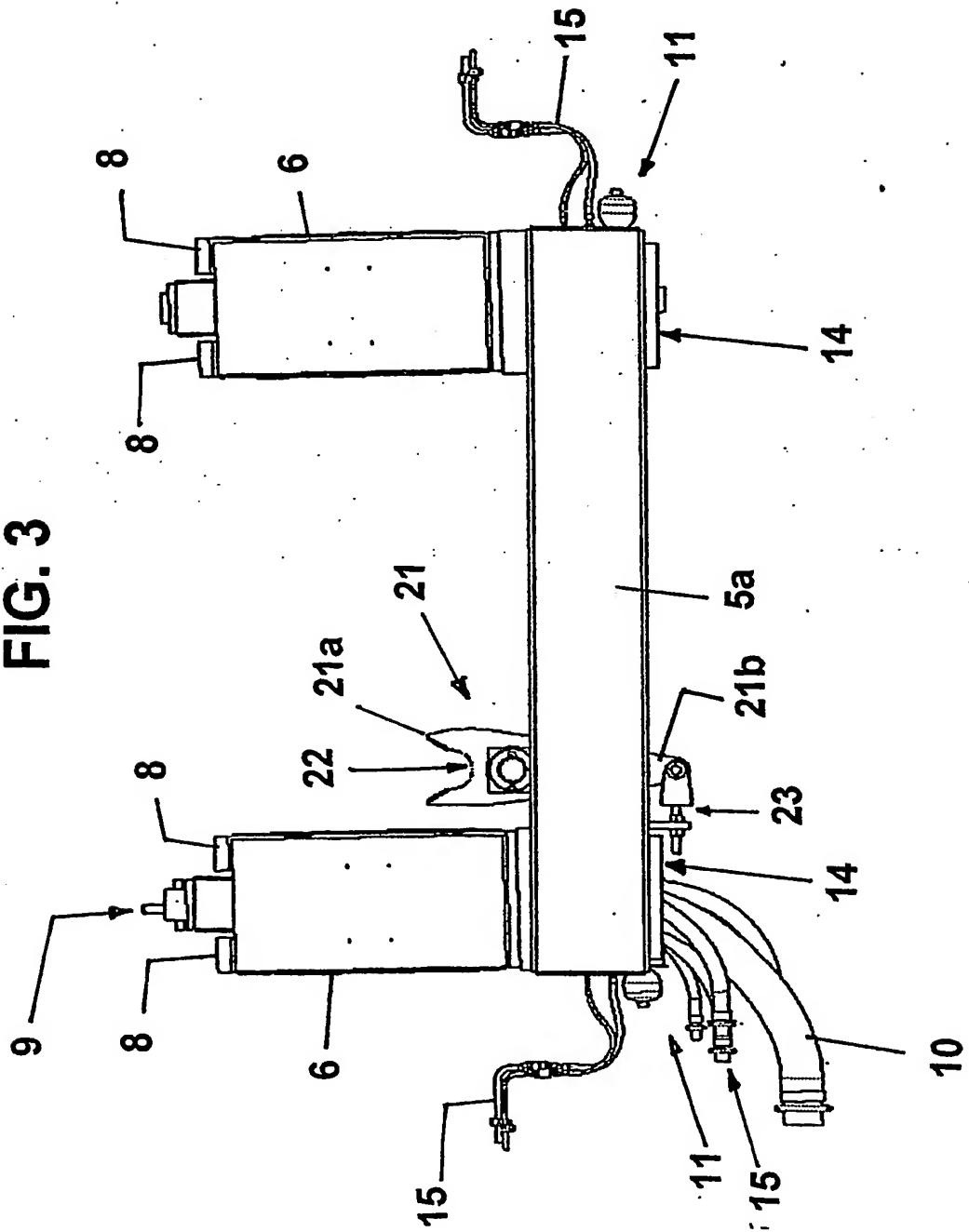
BEST AVAILABLE COPY



**FIG. 2**

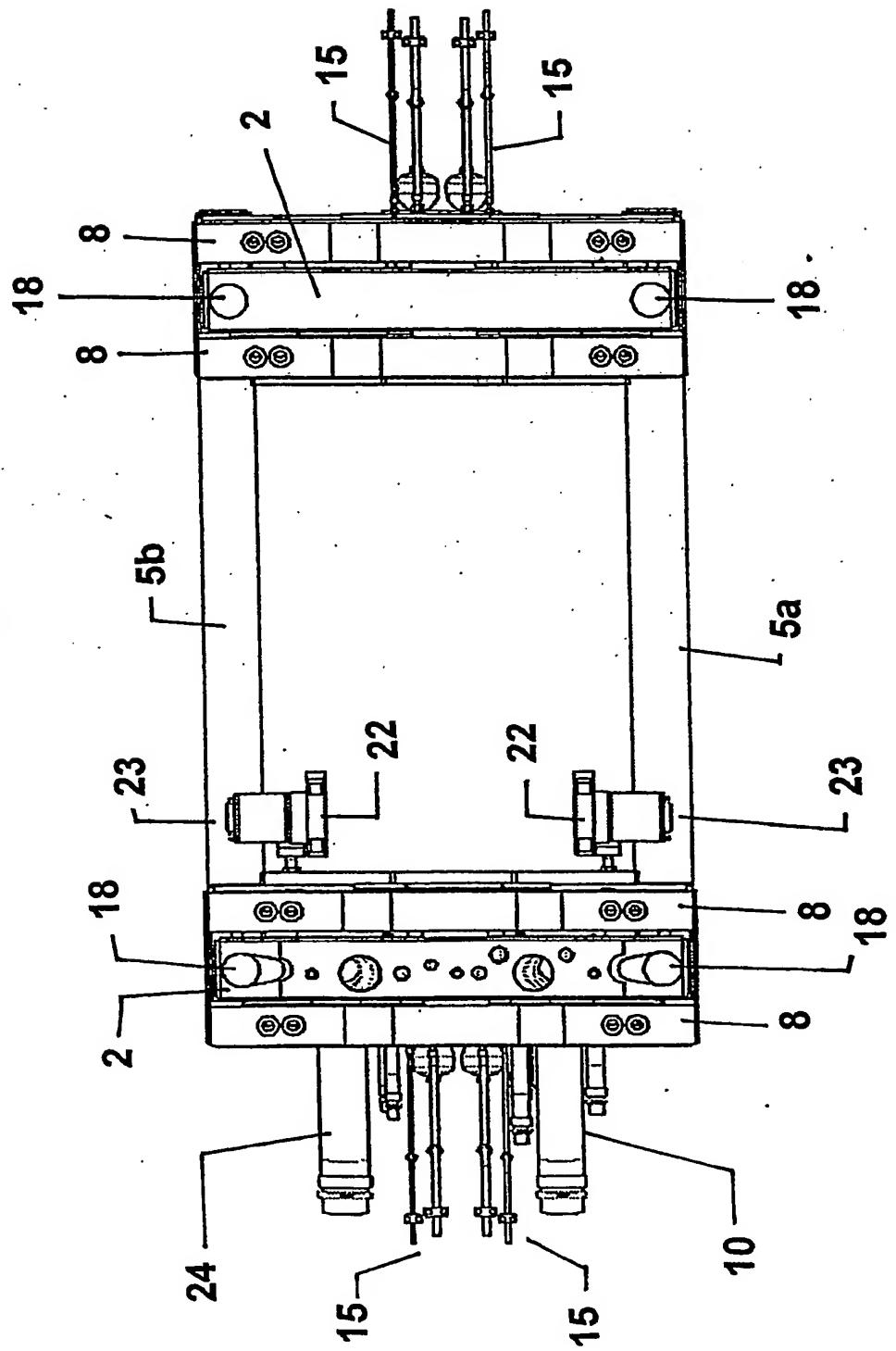
BEST AVAILABLE COPY

FIG. 3



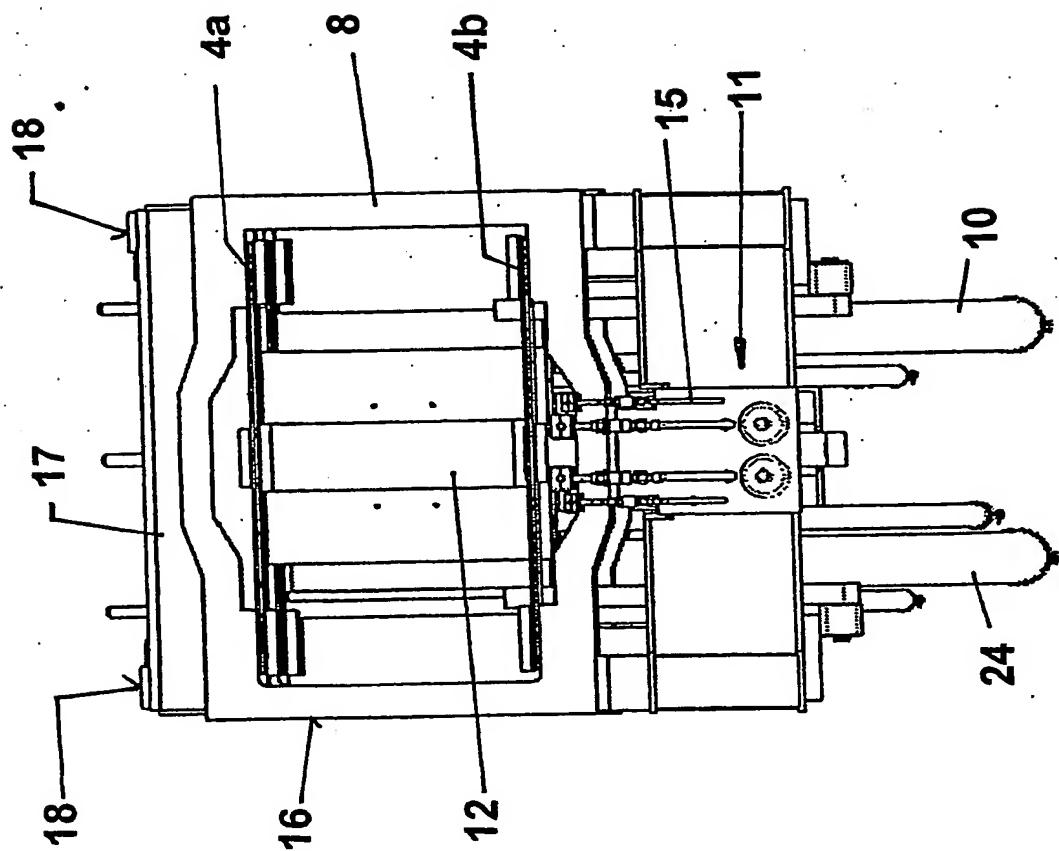
BEST AVAILABLE COPY

FIG. 4



BEST AVAILABLE COPY

FIG. 5



BEST AVAILABLE COPY

FIG. 6

